

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000224790  
PUBLICATION DATE : 11-08-00

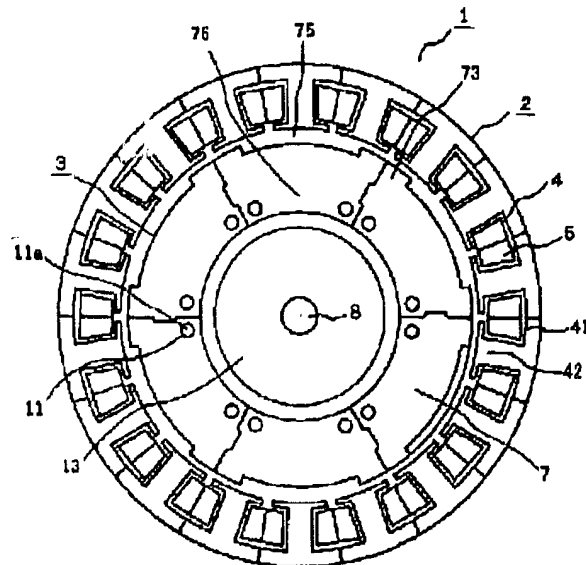
APPLICATION DATE : 01-02-99  
APPLICATION NUMBER : 11024349

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : KOIZUMI OSAMU;

INT.CL. : H02K 1/28 B60L 9/18 H02K 1/24

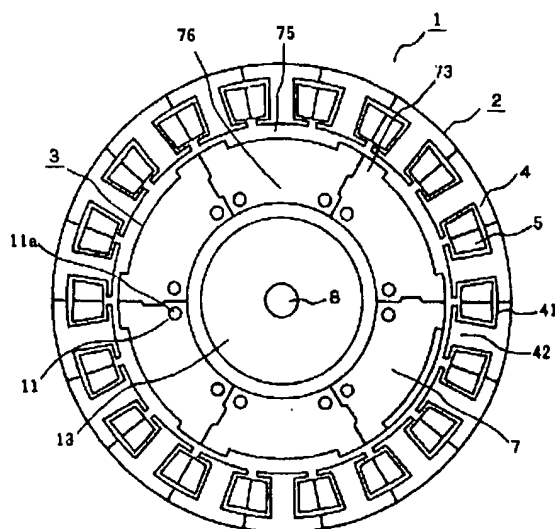
TITLE : ROTATING MACHINE AND  
MOTOR-DRIVEN VEHICLE WITH THE  
MACHINE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rotating machine and a motor-driven vehicle therewith which has a high material availability rate in manufacturing a rotor core, and is compact and lightweight.

**SOLUTION:** The rotor core 4 of this rotating machine 1 provided with a stator 2 having a rotor core 4 around which a stator winding 5 is wound, and a rotor 3 having a rotor core 7 rotatably facing the rotor core 4 so that a clearance may be formed therebetween, consists of a plurality of salient-pole magnetic cores 73 disposed in circumferential direction on the clearance side, and a plurality of rotor yoke parts 76 forming a magnetic path passing the magnetic flux of the respective salient-pole magnetic cores 73. Each salient-pole magnetic core 73 and each rotor yoke part 76 facing each salient-pole magnetic core 73 are divided as one unit circumferentially.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】固定子巻線が巻回された固定子鉄心を有する固定子と、該固定子鉄心と空隙を有して回転可能に対向する回転子鉄心を有する回転子とを備えた回転電機において、

前記回転子鉄心は、前記空隙側でかつ周方向に配置された複数の突極と、該各突極の磁束を通ずる磁路を形成する複数の回転子ヨークとを有し、前記各突極と該各突極に対向する前記各回転子ヨークとを単位として周方向に分割されていることを特徴とする回転電機。

【請求項2】請求項1において、前記分割を、前記各突極の周方向幅の中心位置で行なうことを特徴とする回転電機。

【請求項3】固定子巻線が巻回された固定子鉄心を有する固定子と、該固定子鉄心と空隙を有して回転可能に対向する回転子鉄心を有する回転子とを備えた回転電機において、

前記回転子鉄心は、前記空隙側でかつ周方向に配置内蔵された複数の永久磁石と、該各永久磁石からの磁束を通ずる磁路を形成する複数の回転子ヨークとを有し、前記各永久磁石の磁極と、該各永久磁石の磁極に対向する前記各回転子ヨークとを単位として周方向に分割されていることを特徴とする回転電機。

【請求項4】請求項3において、前記分割を、前記各永久磁石の磁極間で行なうことを特徴とする回転電機。

【請求項5】請求項1または請求項3において、前記回転子鉄心と前記固定子鉄心とを異なる材料で作製することを特徴とする回転電機。

【請求項6】電力を供給するバッテリーと、前記供給された電力により車両を駆動する駆動トルクを出力する回転電機と、前記駆動トルクを制御する制御装置とを備えた電動車両において、

前記回転電機は、固定子巻線が巻回された固定子鉄心を有する固定子と、該固定子鉄心と空隙を有して回転可能に対向する回転子鉄心を有する回転子とを備え、前記回転子を、周方向に磁極単位に分割されている回転子鉄心と、該回転子鉄心の内周側に設けられ前記回転子鉄心を保持する中空型保持部材とで構成することにより、重量を軽減し、前記車両の一充電走行距離を長くすることを特徴とする電動車両。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転子鉄心の材料利用率が良く、かつ小形軽量の回転電機及びそれを用いた電動車両に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】電動車両に用いる電動機としては、小形軽量高効率であることが望まれる。小型化はモータを高速回転させることによって達成できる。以上の点より、電気自動車やバッテリーフォーク等の電動車両の駆動モ-

タとしては、第1には永久磁石式、第2にはリラクタンスを利用したブラシレスモータが最適である。特に、リラクタンスモータは高性能磁石を使った磁石モータに比較すると、効率、トルク等は落ちるが、フェライト磁石とはほぼ同等であり、かつ、特性の温度依存性や磁石の減磁等の問題がないという良い点があり、さらに、価格が安く実用的であるという利点がある。

【0003】従来技術としては、電気学会'96、6月号「スリット回転子を用いたフラックスバリア型リラクタンスモータの磁界解析と試作実験」に、回転子を珪素鋼板等の磁性体を軸方向に積層する構造で、かつ、回転子が一体の珪素鋼板より構成されているリラクタンスモータが開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術は、固定子鉄心は分割されており、固定子鉄心を作製するときの材料利用率が向上する利点があるが、回転子は一体に構成されているため、材料利用率が悪くなる欠点がある。特に扁平形状の回転子においては中心部のコア部は、磁束密度も低いので実用上は不要な部分ではあるが、材料で埋められており、このため、回転子を作製する材料の量が増え、それに伴い、モータ重量が増加してしまうという問題がある。

【0005】更に、この重量増加は、電気自動車及び電動車両等にとって、決定的な負担となる。

【0006】本発明の目的は、回転子鉄心を作製するときの材料利用率が良く、かつ小形軽量の回転電機及びそれを用いた電動車両を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明における回転電機の特徴とするところは、固定子鉄心との空隙側でかつ周方向に配置された複数の突極と、該各突極の磁束を通ずる磁路を形成する複数の回転子ヨークとを有する回転子鉄心を、各突極と該各突極に対向する各回転子ヨークとを単位として周方向に分割することにある。

【0008】具体的には本発明は次に掲げる回転電機を提供する。本発明は、固定子巻線が巻回された固定子鉄心を有する固定子と、該固定子鉄心と空隙を有して回転可能に対向する回転子鉄心を有する回転子とを備えた回転電機において、前記回転子鉄心は、前記空隙側でかつ周方向に配置された複数の突極と、該各突極の磁束を通ずる磁路を形成する複数の回転子ヨークとを有し、前記各突極と該各突極に対向する前記各回転子ヨークとを単位として周方向に分割されていることを特徴とする回転電機を提供する。

【0009】好ましくは、前記分割を、前記各突極の周方向幅の中心位置で行なう。

【0010】また、本発明は、固定子巻線が巻回された固定子鉄心を有する固定子と、該固定子鉄心と空隙を有

して回転可能に対向する回転子鉄心を有する回転子とを備えた回転電機において、前記回転子鉄心は、前記空隙側でかつ周方向に配置内蔵された複数の永久磁石と、該各永久磁石からの磁束を通ず磁路を形成する複数の回転子ヨークとを有し、前記各永久磁石の磁極と、該各永久磁石の磁極に対向する前記各回転子ヨークとを単位として周方向に分割されていることを特徴とする回転電機を提供する。

【0011】好ましくは、前記分割を、前記各永久磁石の磁極間で行なう。

【0012】好ましくは、前記回転子鉄心と前記固定子鉄心とを異なる材料で作製する。

【0013】また、本発明は、電力を供給するバッテリーと、前記供給された電力により車両を駆動する駆動トルクを出力する回転電機と、前記駆動トルクを制御する制御装置とを備えた電動車両において、前記回転電機は、固定子巻線が巻回された固定子鉄心を有する固定子と、該固定子鉄心と空隙を有して回転可能に対向する回転子鉄心を有する回転子とを備え、前記回転子を、周方向に磁極単位に分割されている回転子鉄心と、該回転子鉄心の内周側に設けられ前記回転子鉄心を保持する中空型保持部材とで構成することにより、重量を軽減し、前記車両の充電走行距離を長くすることを特徴とする電動車両を提供する。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例に係る回転電機及びそれを用いた電動車両を、図を用いて説明する。

【0015】図1は、本発明の一実施の形態例に係わる回転電機の周方向の断面を示し、図2は、図1の回転電機の軸方向の断面を示す。

【0016】本実施の形態例では、固定子として集中巻の巻線構造のリラクタンスモータについて説明する。図1、図2に示すように、回転電機1は、固定子2と、回転子3と、エラドブラケット9と、ハウジング14とを含み構成されている。

【0017】固定子2は、例えば、珪素鋼板で軸方向に積層された磁性体からなる固定子鉄心4と固定子巻線5とを含み構成される。ここで、固定子鉄心4は周方向に18分割された構成であり、かつそれぞれの固定子鉄心4は円環状の固定子ヨーク部41と鉄心磁極42とから構成されている。鉄心磁極42にはそれぞれ固定子巻線5が巻回されている。

【0018】一方、回転子3は、例えば珪素鋼板で軸方向に積層された磁性体からなる回転子鉄心7と回転軸8とを含み構成されている。そして、回転子鉄心7は周方向に6分割された構成である。そして、回転子鉄心7の固定子鉄心4との空隙側には、突極の中心をなす突極磁心部73と回転子鉄心凹部75とを有する構成になっている。さらに、回転子鉄心7の反空隙側には、突極磁心

部73の磁束の通路を形成する回転子鉄心ヨーク部76が配置された構成となっている。

【0019】なお、回転子鉄心凹部75には、例えば、ワニスや合成樹脂などの非磁性材、アルミニウムのような非磁性導電材などを充填しても良い。

【0020】、本発明は、回転子鉄心7を周方向に複数に分割したことを特徴とする。

【0021】図3は、回転子鉄心7を鉄心材料である珪素鋼板から形抜きする一例を示す。

【0022】図3に示すように、回転子鉄心の空隙側に配置された突極磁心部73と、反空隙側でその突極の磁束を通ず磁路を構成する回転子鉄心ヨーク部76とを互い違いに配置して抜き抜く構成になっている。

【0023】このような材料取りを構成することによって、特に、回転子鉄心内径の大きなモータにおいては回転子鉄心材料である珪素鋼板の使用量を少なくすることができる。また、回転子鉄心材料は、図示のように、捨てる部分が少なく、回転子鉄心7を作製するときの材料利用率が良くなる。

【0024】なお、本実施の形態例では、一磁極単位に分割し、各突極磁心部73の円周方向幅の中心位置で分割する構成を示している。

【0025】突極磁心部73の円周方向幅の中心位置で分割することは、分割面で生じる空間がリラクタンスモータとして良い特性を与えることにある。つまり、リラクタンスモータは、突極磁心部73の円周方向幅の真中のリラクタンス $X_d$ と各突極磁心部73間のリラクタンス $X_q$ との比が大きい方が特性がよい。そのため、分割面における空間は $q$ 軸の磁気回路で回転子鉄心凹部75と同様の効果を生じ、各突極磁心部73間のリラクタンス $X_q$ を小さくする。これによって、リラクタンスモータの特性を上げることができる。

【0026】また、回転子鉄心7の分割は、必要によっては2磁極単位、3磁極単位でも可能なことは言うまでもないことである。

【0027】回転子鉄心7を含む回転子3の強度は分割することによって落ちることが推察される。そこで、各突極磁心部73間、及び各突極磁心部73の中心の内周部には穴11を設け、この穴11にリベット、ボルト等の軸方向締結指示部材11aを挿入し、軸方向締結指示部材11aの両端を回転子の両側板12に固定することによって回転子鉄心7の強度の補強をすることができる。

【0028】また、図2に示すように、回転子鉄心7の内周にはソリッドの中空型保持部材13を配置することによって、回転子3の重量を低減することが可能になる。これは、特に扁平形状のモータにおいては効果的な方法である。つまり、回転子鉄心7の内周部は大きく、磁束密度も低くなるので磁気回路としては無用の物である。従って、以上の構成とすることによって、回転子鉄

心7の使用素材の量を減らし、かつ回転子の内径を磁氣的に許せる位置まで大きくすることができ、軽量化を図ることが可能となる。

【0029】なお、上記の構成において、回転子鉄心7と固定子鉄心4との使用材料を変えることにより、上記と異なる効果を得ることができる。例えば、固定子部における鉄心の損失が多い場合には低鉄損の材料を固定子鉄心にのみ適用し、回転子には鉄損の比較的多い材料を適用する。

【0030】鉄心の飽和磁束密度と鉄損の関係は、例えば鉄損の多い材料は飽和磁束密度が高くなり、鉄損の少ない材料は飽和磁束密度が低くなり、互いに逆の性質があるために、高効率が必要か、小型化が必要かを選択することによって、特性の良いモータを得ることが可能になる。

【0031】また、鉄損のみに関しては、回転子鉄心7と固定子鉄心4の磁性材料の厚さを変えることによって同様の効果を得ることが可能になる。厚さを薄くすることによって、鉄損は少なくなるが、鉄心の必要枚数が多くなり製作工数が増加し、強度も低下する欠点がある。従って、必要に応じて磁性材の板厚を変えることで高性能の回転電機にすることができる。

【0032】図4は、本発明の他の実施の形態例に係わる回転電機の周方向の断面を示す。本実施の形態例では、スリット付き回転子鉄心を有するリラクタンスモータの例を示す。図1と同じ記号は、同一の機能を有する構成部材を示す。

【0033】回転子3は、例えば、珪素鋼板で軸方向に積層された磁性体からなる回転子鉄心7と回転軸8とを含み構成されている。そして、回転子鉄心7は周方向にA孔を中心とした複数本の同心円弧形状のスリット72を有する形状をなしており、かつ、スリット72間にはブリッジ74がスリット72と同様同心円弧状に設けられている。

【0034】ここで、ブリッジ74は外周部を外周ブリッジ71によって連結されている。すなわち、回転子3の遠心力に耐え、各ブリッジにて回転子鉄心がバラバラに分割しないような構造となっている。

【0035】本実施の形態例では、回転子鉄心7は、回転子鉄心7の外周側に設けられた突極磁心部73と、該突極磁心部73を通る磁束の通路を構成する回転子鉄心ヨーク部76とで構成され、突極磁心部73と回転子鉄心ヨーク部76とを単位として周方向に6分割されていることを特徴とする。

【0036】以上の構成によって図1で示した構造と同じ利点を発揮することができると共に、スリット72の存在によって回転子鉄心7を一層軽量化することができる。

【0037】図5は、本発明の更に他の実施の形態例に係わる回転電機の周方向の断面を示す。本実施の形態例

では、永久磁石6を回転子鉄心7の中に収納する、いわゆる内部磁石形鉄心永久磁石回転電機の例を示す。

【0038】図5に示すように、回転電機1の固定子2は図1と全く同一の構造を有する。一方、回転子3は、例えば珪素鋼板等の磁性体からなる回転子鉄心7と回転軸8とを含み構成されている。そして、回転子鉄心7は永久磁石挿入穴を備えており、ここに永久磁石6を挿入設置する構成になっている。さらに、永久磁石6の周方向両側には回転子鉄心7と一体に形成された突極磁心部73を配置する構成になっている。

【0039】本実施の形態例では、回転子鉄心7の外周側に設けられた突極磁心部73と、回転子鉄心7の中に収納された永久磁石6と、突極磁心部73及び永久磁石6とを通る磁束の通路を構成する回転子鉄心ヨーク部76とで構成され、回転子鉄心7は、突極磁心部73と回転子鉄心ヨーク部76とを単位として周方向に6分割されていることを特徴とする。

【0040】上記構成の内部磁石形永久磁石回転電機は、永久磁石6によるトルクの他に突極磁心部73によるリラクタンストルクをも活用でき、高トルク、高効率の回転電機とすることができる。

【0041】また、本実施の形態例では、回転子2を1極単位で構成し、これを外径ブリッジ71を介して連結した構造になっている。さらに、これを一周巻回して組み上げる構造となっており、回転子鉄心7の分割位置は、各永久磁石6間の突極磁心部73が選ばれている。

【0042】なお、ここでも、回転子鉄心7の分割は、必要によっては2磁極単位、3磁極単位でも可能なことは言うまでもないことである。

【0043】回転子鉄心7を含む回転子3の強度は分割することによって落ちることが推察される。そこで、図1と同様に、回転子鉄心7の外周部及び突極磁心部73の内周部に穴11を設け、この穴11にリベット、ボルト等の軸方向締結指示部材11aを挿入し、軸方向締結指示部材11aの両端を回転子の両側板12に固定することによって回転子鉄心7の強度の補強をすることができる。

【0044】回転子鉄心7の内周には、ソリッドのボス13を配置することによって、回転子3の重量を低減することが可能になる。従って、以上の構成とすることによって、回転子鉄心7の使用素材を減らし、軽量化を図ることが可能となる。

【0045】図6は、本発明の更に他の実施の形態例に係わる回転電機の周方向の断面を示す。本実施の形態例では、外転内部磁石形永久磁石回転電機の例を示す。従って、回転電機1の固定子2と回転子3とは図1と反対の構成になっている。

【0046】図6に示すように、固定子2は、分割固定子で内側に配置されている。一方、回転子3は、例えば珪素鋼板等の積層の磁性体からなる回転子鉄心7と磁性

体の回転子ケース15とを含み構成されている。そして、回転子鉄心7は永久磁石挿入穴を備えており、ここに永久磁石6を挿入設置する構成になっている。さらに、永久磁石6の周方向両側には回転子鉄心7と一体に形成された突極磁心部73を配置する構成になっている。

【0047】本実施の形態例では、回転子鉄心7の外周側に設けられた突極磁心部73と、回転子鉄心7の中に収納された永久磁石6と、突極磁心部73及び永久磁石6とを通る磁束の通路を構成する回転子鉄心ヨーク部76とで構成され、回転子鉄心7は、突極磁心73と回転子鉄心ヨーク部76とを単位として周方向に6分割されていることを特徴とする。

【0048】上記構成の外転内部磁石形永久磁石回転電機では、図と同様、永久磁石6によるトルクの他に突極磁心部73によるリラクタンストルクをも活用でき、高トルク、高効率の回転電機とすることができる。

【0049】また、本実施の形態例の特徴は、回転子2を2極単位で構成した点にある。これを外周ブリッジ71を介して連結した構造とし、さらにこれを一周巻回して組み上げる構造としている。分割位置は永久磁石6の極間が選ばれている。なお、各回転子鉄心7の分割位置を、軸方向に積層された回転子鉄心7一枚毎に周方向に少しずつ移動した位置にすることによって、回転子2の構成をより強くすることができる。

【0050】特に、本実施の形態例では、2磁極単位に分割し、突極磁心部73の円周方向幅の中心位置で分割する構成としている。また、永久磁石6の円周方向幅の中心位置で分割することも当然、可能である。

【0051】外転形回転子構造では、回転子鉄心7の機械的な強度は、回転子ケース15で持ってくれるためにあまり必要ではない。そのため、回転子鉄心7へのリベット、ボルト等の軸方向締結支持部材11aは、内転形回転子の場合より少なくすることができる。

【0052】上記の構成にすることによって、回転子鉄心7の使用素材の量を減らすことができ、回転電機の軽量化を図ることができる。

【0053】なお、上記の実施の形態例では、集中巻構造の回転電機について説明したが、分布巻構造の回転電機でも適用可能である。また、電動機、発電機でも適用可能である。

【0054】外転型、内転型回転子を用いたリラクタンスマータにも適用可能である。また、回転電機にのみならず、リニアモータ等への適用も可能である。

【0055】次に、図7を用いて本発明の実施形態による回転電機を用いた電気自動車について説明する。図7は、本発明の実施の形態例に係わる回転電機を搭載した電気自動車の駆動部の略構成を示す。

【0056】電気自動車の車体16は、4つの車輪17、18、19、20によって支持されている。この電

気自動車は、前輪駆動であるため、前方の車軸25には、本実施の形態例に係わる回転電機1が直結して取り付けられている。

【0057】回転電機1は、制御装置21によって駆動トルクが制御される。制御装置21の動力源としては、バッテリー22が備えられ、このバッテリー22から電力が制御装置21を介して回転電機1に供給され、回転電機1が駆動トルクを出力し、該駆動トルクで車輪17、19が回転する。ハンドル23の回転は、ステアリングギア24及びタイロッド、ナックルアーム等からなる伝達機構を介して、2つの車輪17、19に伝達され、車輪の角度が変えられる。

【0058】上記の回転電機1を、電気自動車の搭載することによって電気自動車の小形軽量化が図れ、かつ一充電走行距離を長くすることができる。

【0059】なお、上記は電気自動車の例で示したが、ハイブリッド電気自動車に搭載しても同様の効果を得ることができる。

【0060】

【発明の効果】本発明によれば、回転子鉄心を作製するときの材料利用率を良くすることにより、資源の有効利用を図ることができる。また、回転電機の小形軽量化を図ることにより、本回転電機を搭載した電動車両の重量低減が図れ、電動車両の一充電走行距離を長くことができ、燃費効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態例に係わる回転電機の周方向の断面図である。

【図2】図1の回転電機の軸方向の断面図である。

【図3】回転子鉄心を珪素鋼板から形抜きする一例を示す図である。

【図4】本発明の他の実施の形態例に係わる回転電機の周方向の断面図である。

【図5】本発明の更に他の実施の形態例に係わる回転電機の周方向の断面図である。

【図6】本発明の更に他の実施の形態例に係わる回転電機の周方向の断面図である。

【図7】本発明の実施の形態例に係わる回転電機を搭載した電気自動車の駆動部の略構成図である。

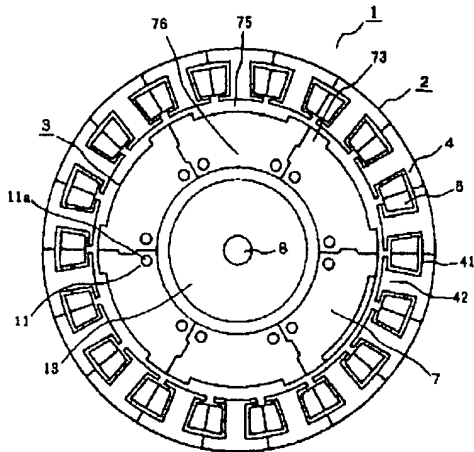
【符号の説明】

1…回転電機、2…固定子、3…回転子、4…固定子鉄心、5…固定子巻線、6…永久磁石、7…回転子鉄心、8…回転軸、9…エンドブラケット、10…軸受、11…穴、11a…軸方向締結支持部材、12…回転子の側板、13…中空型保持部材、14…ハウジング、15…回転子ケース、16…車体、17、18、19、20…車輪、21…制御装置、22…バッテリー、23…ハンドル、24…ステアリングギア、25…前方の車軸、41…固定子ヨーク部、42…鉄心磁極、71…外周ブリッジ、72…スリット、73…突極磁心部、74…ブリッ

ジ、75…回転子鉄心凹部、76…回転子鉄心ヨーク部

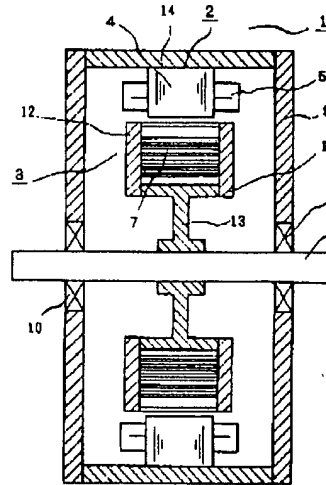
【図1】

図 1



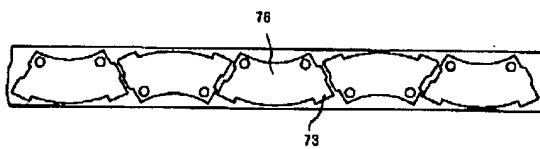
【図2】

図 2



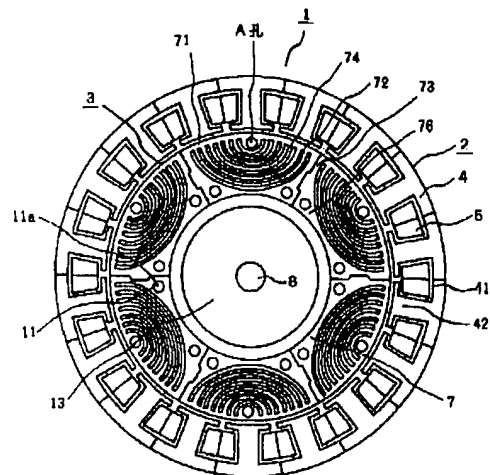
【図3】

図 3



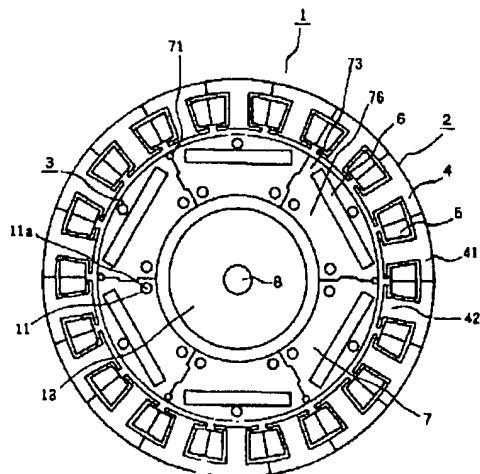
【図4】

図 4

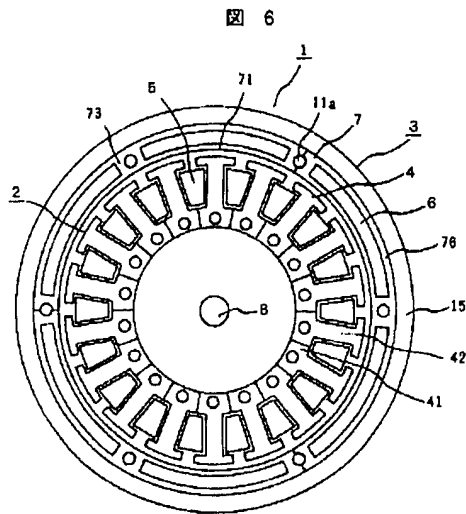


【図5】

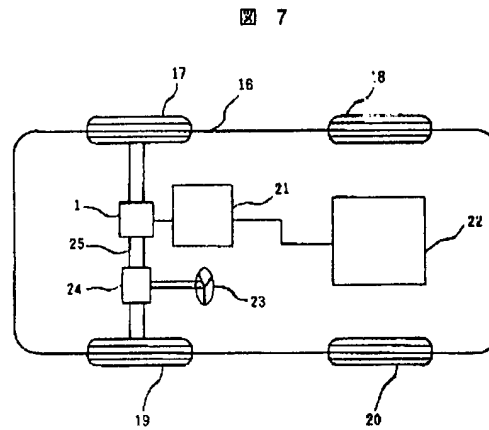
図 5



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 川又 昭一  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
 式会社日立製作所日立研究所内  
 (72)発明者 洪川 末太郎  
 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株  
 式会社日立製作所自動車機器事業部内

(72)発明者 小泉 修  
 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株  
 式会社日立製作所自動車機器事業部内  
 Fターム(参考) 5H002 AA06 AA09 AB07 AC03 AE07  
 AE08  
 5H115 PA12 PG04 PI16 PU11 UI32